

# 소형선박용 Al-Mg 합금의 해양환경 중 최적 방식 전위결정에 관한 연구

김성종<sup>+</sup>, 장석기<sup>++</sup>, 김정일<sup>+++</sup>, 고재용<sup>++++</sup>

## Investigation on optimum protection potential of Al-Mg alloy for small ship application in sea water solution

Seong-Jong Kim<sup>+</sup> · Seok-Ki Jang<sup>++</sup> · Jeong-Il Kim<sup>+++</sup> · Jae-Yong Ko<sup>++++</sup>

**Abstract** : This paper investigated the mechanical and electrochemical properties of Al alloys in a slow strain rate test under various potential conditions. In general, Al and Al alloys do not corrode on formation of a film that has resistance to corrosion in neutral solutions. In seawater, however, Cl<sup>-</sup> ions lead to the formation and destruction of a passive film. In a potentiostatic experiment, the current density after 1200 sec in the potential range of -0.68~-1.5 V was low. Comparison of the maximum tensile strength, elongation, and time to fracture indicated that the optimum protection potential range was from -1.5 to -0.7 V (SSCE).

**Key words** : Al alloy(알루미늄 합금), Optimum protection potential(최적방식전위), Potentiostatic experiment(정전위 실험), Slow strain rate test(저변형율인장시험).

### 1. 서론

최근 환경부하 경감을 위한 재료로서 알루미늄 합금이 여러 분야에서 재인식되고 있다. 그 이유는 경량화, 리사이클 성, 기기의 소형화, 내환경성 등의 잇점을 갖고 있기 때문이다. 따라서 기존에 소형어선 등에 사용되어 왔던 FRP선의 경우 친 환경적이지 못하며, 재활용이 불가능하고, 특히 폐선 시 처리할 수 있는 방법이 없다. 또한 FRP선과 목선은 크기가 작고, 구성 물질이 레이더파를 반사시키는 강도가 약하므로 중, 대형 선박이 탐지하지 못하여 충돌에 의한 해난사고가 가장 큰 비율로 발생하였다. 따라서 알루미늄 합금 선박으로 대체할 경우 내구성이 좋고, 선체가 경량화되기 때문에 선속 증가, 적재량의 증가, 생력화와 관련지을 수 있다. 유럽, 호주, 일본 등의 선진국은 이미 수 십년 전부터 자원의 재활용을 통한 환경문제에 적극적으로 대처하고자 관공선을 비롯한 어선에 이르기까지 소형선박을 알루미늄제로 건조할 것을 적극 권장하고 있으며, 일본의 경우 알루미늄의 선형, 건조공법, 용접시공법 개발 등의 관련 연구가 활발하게 진행 중에 있다. 그러나 국내에서는 일부 조선소에서 경비정을 수 척 건조한 후 단절되었으며, 용접 기술자가 20여명에 불과하므로 체계적인 용접조건 등의 연구가 절실하다.

따라서 본 연구에서는 해양 분위기하에서 알루미늄 합금(5456)에 대한 전기화학적 실험을 실시하여 최적의 방식전위를 결정하면, 여러 인가 전위에서 정전위 저변형율 인장실험을 실시하여 기계적 특성과 전기화학적 특성을 고찰하여 응력부식균열과 수

소취화를 고려한 최적의 방식전위를 결정하여 실제 알루미늄 선박 건조 시 지침이 될 것으로 기대된다.

### 2. 시험편 및 실험 방법

본 실험에 사용된 Al-Mg 합금은 강도가 높은 합금으로, 용접성이 양호하며, 해수분위기에서도 내식성이 좋으므로 선박 및 해양구조물 등에 많이 사용되는 재료(5456-H116, 이하 5456)이다. 전기화학적 실험용 시험편은 에머리페이퍼 600번까지 연마한 후 아세톤과 증류수로 세척하여 드라이로 건조하여 사용하였다. 자연전위 측정은 상온의 천연해수 용액에서 24시간 동안 실시하였으며, 분극실험은 1 cm<sup>2</sup>만 노출시킨 시편을 사용하여, 기준전극으로 은/염화은 전극(SSCE)을, 대극은 백금전극을 사용하여 2 mV/s의 주사속도로 상온에서 실시하였다. 또한 정전위 실험은 해수용액에서 양분극과 음분극 시킨 후 일정 전위에서 1200초 동안의 전류밀도 변화와 1200초 후의 전류밀도를 각 조건별로 비교하여 평가하였다. 저변형율 인장시험(SSRT)시 사용된 시편의 길이 235mm, 평행부의 지름은 4mm, 폭은 18mm, 두께 6t인 시편을 사용하였다. 게다가 평행부에서의 파단을 유도하기 위하여 깊이와 폭이 1mm가 되는 노치를 평행부 중앙양단에서 가공하였으며, 시험 조건은 상온에서 0.001 mm/min의 인장

+ 김성종(목포해양대학교 기관시스템공학부), E-mail:ksj@mmu.ac.kr, Tel: 061)240-7309  
++장석기, +++ 김정일(목포해양대학교 기관시스템공학부)  
++++고재용(목포해양대학교 해양시스템공학부)

속도로 여러 인가 전위에서 실시하여 기계적 특성, 응력부식균열 및 수소취화 특성을 상호 비교 평가하여 최적의 방식전위를 규명하였다.

### 3. 결 론

(1) 알루미늄은  $Al_2O_3$ 나  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ 와 같은 내식성을 갖는 피막이 형성되어 전류밀도가 감소되어 부식이 되지 않으나, 해수환경 하에서는 해수 속에 포함되어 있는 염소이온은 부동태 피막을 파괴시키나, 다시 재생성된 피막에 의해 재부동태화 현상이 관찰되었다.

(2) 일정 전위에서 정전위 실험 시 1200초인 경우 전류밀도 값을 비교한 결과  $-0.68 \sim -1.5$  V 사이의 전위 영역에서는 낮은 전류밀도를 나타냈으므로 방식전위에 해당되는 것으로 유추가 가능하였다.

(3) 전기화학적 특성 실험과 저변형을 인장시험시 인가전위와 특별한 상관관계를 보인 최대인장강도, 연신을 그리고 파단시간을 비교한 결과 방식전위 영역은 대략  $-1.5 \sim -0.7$  V로 판단된다.

후 기 ; 이 논문은 전남테크노파크의 기술고도화 사업에 의해 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

[1] S. J. Kim, Evaluating the electrochemical properties in the protection potential of material for use in Al vessels in seawater, Material science forum, Accepted.

[2] S. J. Kim, K. M. Moon, Hydrogen embrittlement properties of heat affected zone of high strength steel in shielded metal arc welding, Metals and materials international, Vol. 8, No. 4, 395-401, 2002

[3] S. J. Kim, K. M. Moon, The relationship between corrosion protection and hydrogen embrittlement properties of HAZ in flux cored arc welding, Metals and materials international, Vol. 8, No. 4, 387-393, 2002

[4] S. J. Kim, M. Okido, K. M. Moon, An electrochemical study of cathodic protection of steel used for marine structures, The Korean journal of chemical engineering, Vol. 20, No. 3, 560-565, 2003

[5] S. J. Kim, M. Okido, K. M. Moon, The electrochemical study on mechanical and hydrogen embrittlement properties of HAZ part

as a function of post-weld heat treatment in SMAW, Surface and coatings Technology, Vol. 169-170, 163-167, 2003

[6] S. J. Kim, S. K. Jang, A slow strain rate test experiment to evaluate the characteristics of high-strength Al-Mg alloy for application in ships, Material science forum, Accepted.